


Electronically determining and controlling alignment of successively coupled shafts

Patent Number: DE19506471
Publication date: 1996-08-29
Inventor(s): SCHUEHLE ROLAND (DE)
Applicant(s): SCHUEHLE ROLAND (DE)
Requested Patent:  DE19506471
Application Number: DE19951006471 19950224
Priority Number(s): DE19951006471 19950224
IPC Classification: G01M1/22; G01B7/31; G01B21/24
EC Classification: G01B7/31, G01B21/24
Equivalents:

Abstract

The sensor signals picked up at the rotary shaft (4) being measured are filtered by a band pass filter. The band centre frequency is controlled by the shaft rpm. A shaft track describing the dynamic alignment condition of the successively coupled shafts (3,4) using the filtered sensor signals, and the alignment is determined from the shape and position of the shaft track. With a zero point adjustment, the sensor signals are freed from their DC component. The sensors (10,11) used for measuring the distance from the surface of a shaft (3,4,7,8) are positioned in a plane vertical to the shaft axis, mutually displaced at 90 deg.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 06 471 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
G 01 M 1/22
G 01 B 7/31
G 01 B 21/24

21 Aktenzeichen: 195 06 471.2
22 Anmeldetag: 24. 2. 95
43 Offenlegungstag: 29. 8. 98

DE 195 06 471 A 1

- 71 Anmelder:
Schuehle, Roland, 88213 Ravensburg, DE
- 74 Vertreter:
Eisele, Dr. Otten & Dr. Roth, 88214 Ravensburg
- 72 Erfinder:
Antrag auf Teilnichtnennung
Schuehle, Roland, 88213 Ravensburg, DE

66 Entgegenhaltungen:

DE 30 44 440 C2
DE 26 49 652 C2
DE-PS 9 49 776
DE-AS 21 61 541
DE-AS 21 60 327

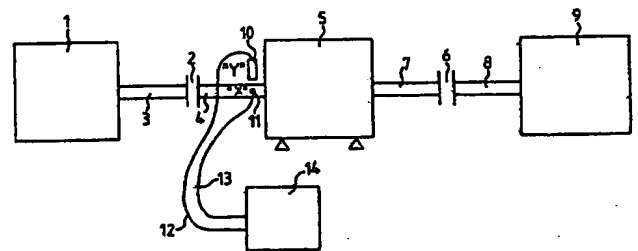
DE 40 32 299 A1
DE 25 44 955 A1
DE-OS 15 73 880
US 53 65 458
US 41 34 303
US 40 57 754
EP 03 92 185 A1

Hofmann news 5, Firmenschrift der Gebr. Hofmann
GmbH, Pfungstadt, Impr. 9.85;
NEHR, Gerhard, MARTINI, Peter:
Drehlagererkennung von Objekten mit optischen
Sensoren. In: VDI-Z 121, 1979, Nr. 10, Mai, II,
S. 477-483;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur elektronischen Bestimmung und Kontrolle der Güte der Ausrichtung
aneinandergekuppelter Wellen

- 57 Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur elektronischen Bestimmung und Kontrolle der Güte der Ausrichtung aneinandergekuppelter Wellen (3, 4, 7, 8) von Maschinen und Antriebssystemen (1, 5, 9) vorgeschlagen, bei welcher in einer Ebene senkrecht zu den Wellenachsen wenigstens zwei Sensoren (10, 11) zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle (4) im Winkel zueinander positioniert werden, wobei die von den Sensoren bei sich drehender Welle aufgenommenen Signale mit einem Bandpaßfilter gefiltert werden, dessen Bandmittelfrequenz von der Wellendrehzahl geführt wird, und wobei aus den gefilterten Sensorsignalen, die eine Wellenbahn beschreiben, der dynamische Ausrichtzustand der aneinandergekuppelten Wellen (3, 4) aus Form und Lage der Wellenbahn bestimmt wird.



DE 195 06 471 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 98 602 035/245

10/28

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

Stand der Technik

Bei Maschinen und Antriebssystemen werden Teilsysteme zur Kraftübertragung durch Wellen miteinander verbunden. Oftmals handelt es sich bei den Verbindungen um aneinandergeschaltete Wellenteile. Das Betriebsverhalten und die Sicherheit von Maschinen und Anlagen wird bis zu 80% von der Güte der Ausrichtung der aneinandergeschalteten Wellen unter Betriebsbedingungen bestimmt. Das Erreichen von idealen Ausrichtzuständen unter Nennbedingungen gehört zum wesentlichen Aspekt sowohl bei der Maschinenaufstellung und Inbetriebnahme als auch bei der zustandsbezogenen Instandhaltung und beim gezielten Serviceeinsatz.

Bislang wird versucht, den idealen Ausrichtzustand zu erreichen, indem bei stillstehender Anlage eine statische Vorausrichtung durchgeführt wird und gegebenenfalls Vorgabewerte über Wellenverlagerungen bei Betriebsbedingungen berücksichtigt werden. In der Literaturstelle (Antriebstechnik 33 (1994) Nr. 9, Seite 44-47) wird ein Ausrichtsystem und Verfahren zur quasistatischen Vorausrichtung vorgestellt. Quasistatisch bedeutet, daß die Ausrichtung der Wellen nicht bei Nenndrehzahl, sondern bei äußerst kleinen Umdrehungszahlen, die wesentlich kleiner als die Nenndrehzahl sind, durchgeführt wird. Eine Veränderung der Wellenlage im Betriebsfall aufgrund von Erwärmung oder anderen betriebsbedingten Positionsveränderungen lassen sich mit diesem Ausrichtsystem und Verfahren nicht feststellen, sondern müssen vorausgerechnet werden. Bei anderen bekannten Verfahren und Vorrichtungen werden zur Bestimmung der Ausrichtung Meßuhren mit aufwendigen Meßgestängen eingesetzt. Das setzt allerdings voraus, daß eine stabile Befestigung der Meßuhren bzw. der Halterungen an den Kupplungsflanschen durchgeführt werden kann und daß das Durchhängen der Halterung berücksichtigt wird. Mit diesen bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist es somit nicht möglich, bei laufender Maschine im rauen Industrieinsatz direkt den aktuellen Ausrichtzustand zu messen.

Um auch eine Aussage über die Ausrichtgüte der Wellen im Betriebszustand treffen zu können, werden die bei laufender Maschine sich einstellenden Schwingungsniveaus von entsprechendem Fachpersonal eingeschätzt und/oder mit Körperschallmeßtechnik gemessen.

Der Nachteil dieser Methoden besteht darin, daß keine eindeutigen und objektiven Rückschlüsse auf den erreichten Ausrichtzustand möglich sind und insbesondere bei langsam laufenden Wellen und evtl. überlagerten Schwingungseinflüssen die Methode der Körperschallmessung versagt.

Für den Betreiber laufender Antriebssysteme ergibt sich der weitere Nachteil, daß Ausrichtkontrollen zeitaufwendig und kostintensiv sind und nur von Spezialpersonal mit geeigneter Meßtechnik durchgeführt werden sollten. Oftmals wird auf derartige Kontrollen verzichtet, wodurch wesentliche diagnostische Informationen über den Anlagenzustand verlorengehen. Die Folge sind Kupplungs- und Lagerverschleiß, zusätzliche Belastungen und Folgeschäden an Getrieben und Motoren

und Arbeitsmaschinen bis hin zu Anlagenhavarie und damit verbundenden Folgeschäden wie beispielsweise Produktionsausfälle, Personenschäden oder dergleichen.

Nach (Dr. Feuchte in der Fachzeitschrift Chemie-Technik 9/94, Seite 32-36) werden als Hauptursachen für das Anreißen von Wellen statische Verspannungen in den Wellensträngen aufgrund von Fehlansichtungen angegeben. Ebenso wird in der Publikation dargelegt, daß keine Prozeßgröße existiert, die solche Störungen direkt beschreibt.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und insbesondere eine quantifizierte Erfassung der Art und Größe des Ausrichtfehlers bei Wellenanordnungen im Betriebsfall zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und Anspruchs 11 vollständig gelöst.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung angegeben.

Der Erfindung liegt der Kerngedanke zugrunde, daß zur elektronischen Bestimmung und Kontrolle der Güte der Ausrichtung aneinandergeschalteten Wellen von Maschinen und Antriebssystemen in einer Ebene senkrecht zu den Wellenachsen wenigstens zwei Sensoren zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle im Winkel zueinander, radial positioniert werden. Die von den Sensoren bei sich drehender Welle aufgenommenen Signale werden mit einem Bandpaßfilter, dessen Bandmittelfrequenz von der Drehzahl geführt ist, gefiltert. Die auf diese Weise gefilterten Sensorsignale beschreiben eine Wellenbahn aus deren Form und Lage der dynamische Ausrichtzustand der aneinandergeschalteten Wellen sich bestimmen läßt. Unter Wellenbahn wird die Hüllkurve der radialen Wellenschwingungen der laufenden Welle verstanden. Zur Berechnung des dynamischen Ausrichtzustandes, kann vorteilhafterweise ein Signalprozessor eingesetzt werden. Durch das Anpassen der Bandmittelfrequenz des Bandpaßfilters an die Wellendrehzahl, dies kann durch externe Eingabe oder durch eine kontinuierliche Aufnahme und Zuführung der Wellendrehzahl erfolgen, werden Einflüsse auf die Wellenbahn unterdrückt, die ansonsten eine lediglich unzureichende Auswertung der Sensorsignale gestatten würden. Dazu zählen beispielsweise bei gleitgelagerten Wellen Schmierfilmschwingungen, die durch den Bandpaß ausgefiltert werden. Die aus den gefilterten Sensorsignalen gewonnene Wellenbahn hat bei idealer Ausrichtung einer Wellenanordnung im allgemeinen die Form eines Kreises. Treten Ausrichtfehler auf, nimmt die kreisförmige Wellenbahn eine elliptische Gestalt an. Die Lage der Hauptachse der elliptischen Hüllkurve in einem Koordinatensystem beschreibt die Richtung in welcher der Ausrichtfehler auftritt. Das Verhältnis von Nebenachse zur Hauptachse der elliptischen Hüllkurve kann als Maß für die Größe des Ausrichtfehlers verwendet werden. Durch Bestimmen der Wellenbahn aus den gefilterten Sensorsignalen wurde somit eine "Prozeßgröße" gefunden, mit der der dynamische Ausrichtzustand der aneinandergeschalteten Wellen eindeutig angegeben werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es, daß bei einem Offsetabgleich die Sensorsignale von ihrem Gleichanteil befreit

werden. Der Gleichanteil der Sensorsignale kann mit einem Integrator bestimmt werden und wird anschließend vom zugehörigen Sensorsignal subtrahiert. Mit diesem Offset- oder Nullpunktgleich kann sichergestellt werden, daß der Schwerpunkt der ermittelten Hüllkurven für die Darstellung in einem Koordinatensystem im Nullpunkt zu liegen kommt. Darüber hinaus kann abhängig vom Vorzeichen der eliminierten Gleichanteile der jeweiligen Sensorsignale eine Aussage darüber gemacht werden, in welchen Quadranten des Koordinatensystems, bei feststehender Richtung des Ausrichtfehlers aufgrund der Neigung der Hauptachse der elliptischen Hüllkurve, die Welle verschoben ist.

Besonders günstig ist es, daß die Sensoren zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle in einer Ebene senkrecht zu den Wellenachsen um jeweils 90° versetzt zueinander, positioniert werden. Damit kann bei zwei Sensoren, die um 90° versetzt sind, zur Darstellung der Hüllkurve der sich drehenden Welle in einem kartesischen Koordinatensystem in einfacher Weise ein Sensor der X-Achse und der andere Sensor der Y-Achse zugeordnet werden. Besonders vorteilhaft ist bei der Berechnung der Wellenbahn die Umwandlung von zeitlich abhängig aufgenommenen und gefilterten Sensorsignalen in Polarkoordinaten. Dabei ist es für einen gleichmäßigen Verlauf der Wellenbahn günstig, bei einer Vielzahl von aufgenommenen Werten über mehrere Wellenumläufe, Betragsmittelwerte gleicher Phase zu bestimmen. Damit kann beispielsweise in einem kartesischen Koordinatensystem die Hüllkurve der laufenden Welle sehr einfach mit Betrag und Phase dargestellt werden.

Vorteilhaft ist es, wenn die Mittelwertbildung anhand eines Klassierverfahrens entsprechend einer 360° -Teilung mit 360 Klassen durchgeführt wird. Dabei wird bei einem Phasenraster von einem Grad über Beträge gleicher Phase der in Polarkoordinaten vorliegenden Punkte der Hüllkurve aus mehreren Wellenumläufen (beispielsweise 50) gemittelt. Dadurch erhält man bei guter Auflösung durch die 360° -Einteilung eine rauscharme Wellenbahn.

Zur Bestimmung der Lage der Wellenbahn in einem Koordinatensystem ist es besonders einfach, den Phasenwinkel der Polarkoordinate mit maximalem Betrag herauszugreifen. Durch den Phasenwinkel kann die Richtung, in welcher der Ausrichtfehler auftritt bestimmt werden. Ob der Fehler in positiver oder negativer Richtung vom Ursprung des Koordinatensystems auftritt, kann, wie oben beschrieben, aus den Vorzeichen der Gleichanteile der jeweiligen Sensorsignale bestimmt werden.

Besonders günstig ist es, wenn die aus den Sensorsignalen sich ergebende Wellenbahn zur optischen Auswertung auf ein Anzeigemittel ausgegeben wird. Durch die visuelle Darstellung der Wellenbahn, beispielsweise in einem kartesischen Koordinatensystem, läßt sich sehr schnell die Größe des Ausrichtfehlers und auch seine Richtung feststellen.

In einer einfachen Ausführung kann es ebenfalls günstig sein, wenn aus den gefilterten Sensorsignalen der Ausrichtzustand der Wellen in Form von Beträgen, Winkeln oder Korrekturdaten direkt auf ein Anzeigemittel ausgegeben wird.

Besonders bevorzugt ist ein Bandpaßfilter, der als digitales Filter realisiert ist. Damit lassen sich sehr schnell und in einfacher Weise die Filterparameter wie Bandbreite, Bandmittenfrequenz, Flankensteilheit und dergleichen durch Umprogrammieren beispielsweise eines

Signalprozessors einstellen.

Desweiteren bringt es Vorteile, wenn als Sensoren zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle robuste Wirbelstromsensoren eingesetzt werden.

Diese Sensoren funktionieren auch bei rauen Betriebsbedingungen sehr zuverlässig.

Schließlich ist es für einen universellen Einsatz und eine kostengünstige Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung überaus vorteilhaft, wenn alle zum Aufbau der Vorrichtung notwendigen Komponenten, wie z. B. Sensoren, Integrator, Bandpaßfilter, Eingabemittel und Anzeigemittel in einem mobilen Handmeßgerät untergebracht werden.

Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung unter Angabe weiterer Vorteile und Einzelheiten näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 ein Antriebssystem mit erfindungsgemäßer Meßvorrichtung,

Fig. 2 ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 das zeitliche Sensorsignal eines Sensors vor und nach der Filterung,

Fig. 4 die Hüllkurve einer sich drehenden Welle mit guter Ausrichtung und

Fig. 5 die Hüllkurve einer sich drehenden Welle bei schlechter Ausrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist ein Antriebssystem, bei dem sehr hohe Ausrichtgüten erforderlich sind, wie beispielsweise ein Verdichtersystem zur Chlorgasherstellung und eine daran angebrachte erfindungsgemäße Meßvorrichtung zur elektronischen Bestimmung und Kontrolle der Güte der Ausrichtung der aneinandergeschalteten Wellen dargestellt. Das Verdichtersystem besteht aus einem Asynchronmotor 1, der mit einer Nenndrehzahl von 1485 UPM über eine Bogenzahnkupplung 2 und die Wellen 3, 4 ein Zahnradgetriebe 5 antreibt. Das Zahnradgetriebe 5 treibt über eine Zahnkupplung 6 und die Wellen 7, 8 den für die Chlorgasherstellung benötigten mehrstufigen Radialverdichter 9. Die Meßvorrichtung besteht aus zwei in einer Ebene senkrecht zu den Wellen um 90° versetzt angeordneten Wirbelstromsensoren 10, 11. Die von den Wirbelstromsensoren erfaßten Sensorsignale entsprechend der Abstände zur Oberfläche der Welle, werden über die Leitungen 12, 13 einem Handmeßgerät 14 zugeführt. Das Handmeßgerät 14 umfaßt im wesentlichen die oben angeführten Komponenten Integrator, Bandpaßfilter, Eingabemittel (z. B. Tastatur) und Anzeigemittel (z. B. LCD-Bildschirm).

Das zur Auswertung der Sensorsignale verwendete erfindungsgemäße Verfahren ist als Flußdiagramm in Bild 2 schematisch dargestellt. Das Verfahren beginnt mit der gleichzeitigen Erfassung und Speicherung 15, 16 der Sensorsignale in horizontaler X- und vertikaler Y-Richtung. Anschließend erfolgt ein automatischer Nullpunktgleich 17, 18, bei dem der zeitliche Mittelwert (Gleichanteil) der jeweiligen Sensorsignale vom Gesamtsignal subtrahiert wird. In einem nächsten Schritt werden die nullpunktkorrigierten Sensorsignale jeder Richtung mit einem digitalen Bandpaßfilter gefil-

tert 19, 20.

Der zeitliche Verlauf des Sensorsignals einer Richtung, beispielsweise der X-Richtung, ist in Fig. 3 vor der Filterung und mit durchgeführtem Nullpunktabgleich 21 und nach der Filterung 22 dargestellt. Dabei ist in vertikaler Richtung die Amplitude "a" und in horizontaler Richtung der zeitliche Verlauf "t" aufgetragen.

Nach der Filterung werden als Folge schritt für jedes Wertepaar X, Y der gefilterten Sensorsignale die Polarkoordinaten mit dem Betrag Z und dem Winkel Phi ermittelt 23. Der Betrag Z ergibt sich aus der Wurzel der Summe der Quadrate der Sensorsignale X, Y. Der Winkel Phi ergibt sich aus dem Arkustangens des Verhältnisses der Sensorsignale X zu Y, der mit dem Faktor $180^\circ / (\pi K)$ multipliziert wird, um eine Graddarstellung zu erhalten. Dabei werden bei einer Vielzahl von aufgenommenen Werten (z. B. 15 000) über mehrere Wellenumläufe Betragsmittelwerte gleicher Phase bestimmt 24. Die Mittelwertbildung erfolgt anhand eines Klassierverfahrens entsprechend einer 360° -Teilung mit 360 Klassen. Dies ist im Verfahrensschritt 24 durch die Tabelle angedeutet. Die Klassenrasterung beträgt somit ein Grad, d. h. der Mittelwert der Beträge mit dem Phasenwinkel von beispielsweise $10,5-11,4^\circ$ steht dann in der Tabelle bei 11° . Mit den Werten der Tabelle läßt sich die Wellenbahn darstellen, wobei sich üblicherweise bei gut ausgerichteten Wellen eine kreisförmige Bahn ergibt und bei Wellen mit Fehlausrichtung eine elliptische Bahn. Für die Lagebestimmung der Ellipse wird der Phasenwinkel der Polarkoordinate mit maximalem Betrag verwendet.

In Fig. 4 und 5 sind exemplarisch die Wellenbahnen für eine gut ausgerichtete Welle 25 und eine schlecht ausgerichtete Welle 26 aufgezeigt. Die Fehlausrichtung der Wellenbahn 26 in Fig. 5 tritt dabei in vertikaler Richtung auf.

Bezugszeichenliste

1	Asynchronmotor	40
2	Bogenzahnkupplung	
3	Welle	
4	Welle	
5	Zahnradgetriebe	
6	Zahnkupplung	45
7	Welle	
8	Welle	
9	Radialverdichter	
10	Wirbelstromsensor	
11	Wirbelstromsensor	50
12	Leitung	
13	Leitung	
14	Handmeßgerät	
15	Erfassung/Speicherung	
16	Erfassung/Speicherung	55
17	Nullpunktabgleich	
18	Nullpunktabgleich	
19	digitale Bandpaßfilterung	
20	digitale Bandpaßfilterung	
21	Signal vor der Filterung	60
22	Signal nach der Filterung	
23	Polarkoordinatenberechnung	
24	Betragsmittelwertbildung	
25	Wellenbahn	
26	Wellenbahn	65

Patentansprüche

1. Verfahren zur elektronischen Bestimmung und Kontrolle der Güte der Ausrichtung aneinandergeschalteter Wellen (3, 4, 7, 8) von Maschinen und Antriebssystem (1, 5, 9), dadurch gekennzeichnet, daß in einer Ebene senkrecht zu den Wellenachsen wenigstens zwei Sensoren (10, 11) zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle (4) im Winkel zueinander positioniert werden, wobei die von den Sensoren (10, 11) bei sich drehender Welle (4) aufgenommene Signale mit einem Bandpaßfilter gefiltert werden, dessen Bandmittenfrequenz von der Wellendrehzahl geführt wird, und wobei aus den gefilterten Sensorsignalen, die eine Wellenbahn (25, 26) beschreiben der dynamische Ausrichtzustand der aneinandergeschalteten Wellen (3, 4) aus Form und Lage der Wellenbahn bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Nullpunktabgleich (17, 18) die Sensorsignale von ihrem Gleichanteil befreit werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (10, 11) zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle (3, 4, 7, 8) in einer Ebene senkrecht zu den Wellenachsen um jeweils 90° versetzt zueinander, positioniert werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Berechnung der Wellenbahn (25, 26) zeitlich abhängig aufgenommene und gefilterte Sensorsignale in Polarkoordinaten umgewandelt werden (23), wobei bei einer Vielzahl von aufgenommenen Werten über mehrere Wellenumläufe Betragsmittelwerte gleicher Phase bestimmt werden (24).

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelwertbildung anhand eines Klassierverfahrens entsprechend einer 360° -Teilung mit 360 Klassen durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Lagebestimmung der Wellenbahn (25, 26) der Phasenwinkel der Polarkoordinate mit maximalem Betrag verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aus den Sensorsignalen sich ergebende Wellenbahn (25, 26) zur optischen Auswertung auf ein Anzeigemittel ausgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Sensorsignalen der Ausrichtzustand der Wellen (3, 4) in Form von Beträgen, Winkeln, Korrekturfaktoren oder dergleichen direkt auf ein Anzeigemittel ausgegeben wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Bandpaßfilter ein digitales Filter eingesetzt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensoren zur Abstandsbestimmung Wirbelstromsensoren (10, 11) eingesetzt werden.

11. Vorrichtung zur elektronischen Bestimmung und Kontrolle der Güte der Ausrichtung aneinandergeschalteter Wellen (3, 4, 7, 8) von Maschinen und Antriebssystemen (1, 5, 9), dadurch gekennzeichnet, daß in einer Ebene senkrecht zu den Wel-

- lenachsen (3, 4) wenigstens zwei Sensoren (10, 11) zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle (4) im Winkel zueinander positioniert sind, wobei zur Filterung der von den Sensoren (10, 11) bei sich drehender Welle (4) aufgenommenen Signale ein Bandpaßfilter vorhanden ist, dessen Bandmittenfrequenz von der Wellendrehzahl geführt ist, und wobei zur Bestimmung des dynamischen Ausrichtzustandes aus den gefilterten Werten ein Signalprozessor vorgesehen ist. 5 10
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Nullpunktabgleich zur Bestimmung des Gleichanteils der Sensorsignale ein Integrator vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (10, 11) zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche einer Welle (4) in einer Ebene senkrecht zu den Wellenachsen um jeweils 90° zueinander versetzt, positioniert sind. 15 20
14. Vorrichtung nach Anspruch 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur optischen Auswertung der gefilterten und umgerechneten Sensordaten ein Anzeigemittel vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Darstellung der Parameter für den Ausrichtzustand der Wellen ein Anzeigemittel vorhanden ist. 25
16. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Bandpaßfilter zur Filterung der Sensorsignale ein digitales Filter ist. 30
17. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren zur Abstandsmessung im Bereich der Oberfläche der Wellen (4) Wirbelstromsensoren (10, 11) sind. 35
18. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die wesentlichen Komponenten, wie Sensoren, Integrator, Bandpaßfilter, Eingabemittel und Anzeigemittel in einem mobilen Handmeßgerät untergebracht sind. 40

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

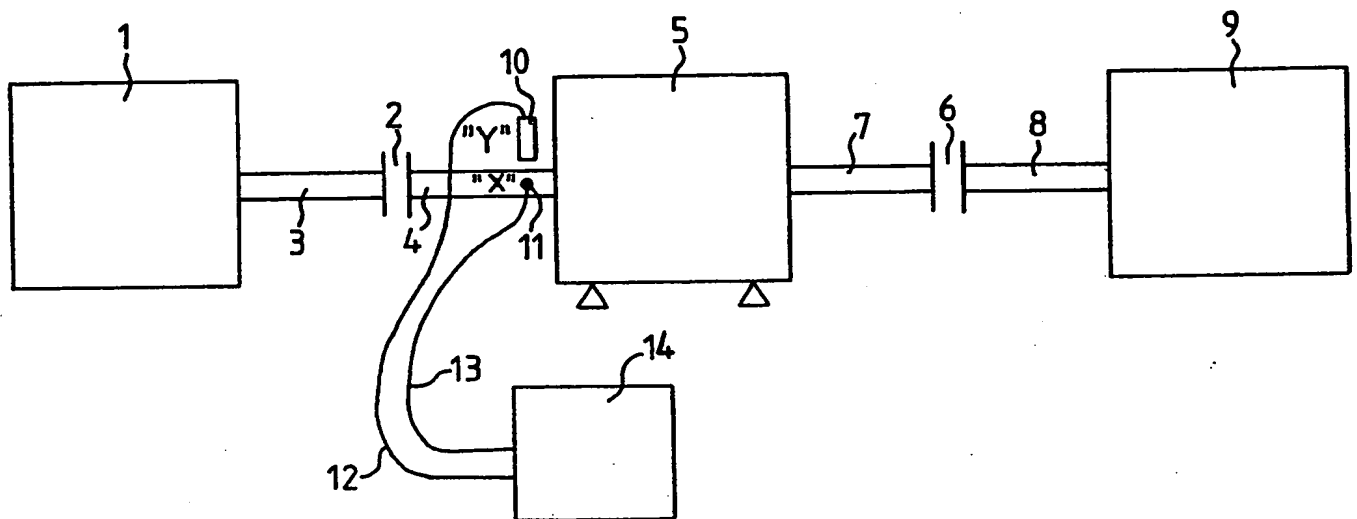


Fig. 1

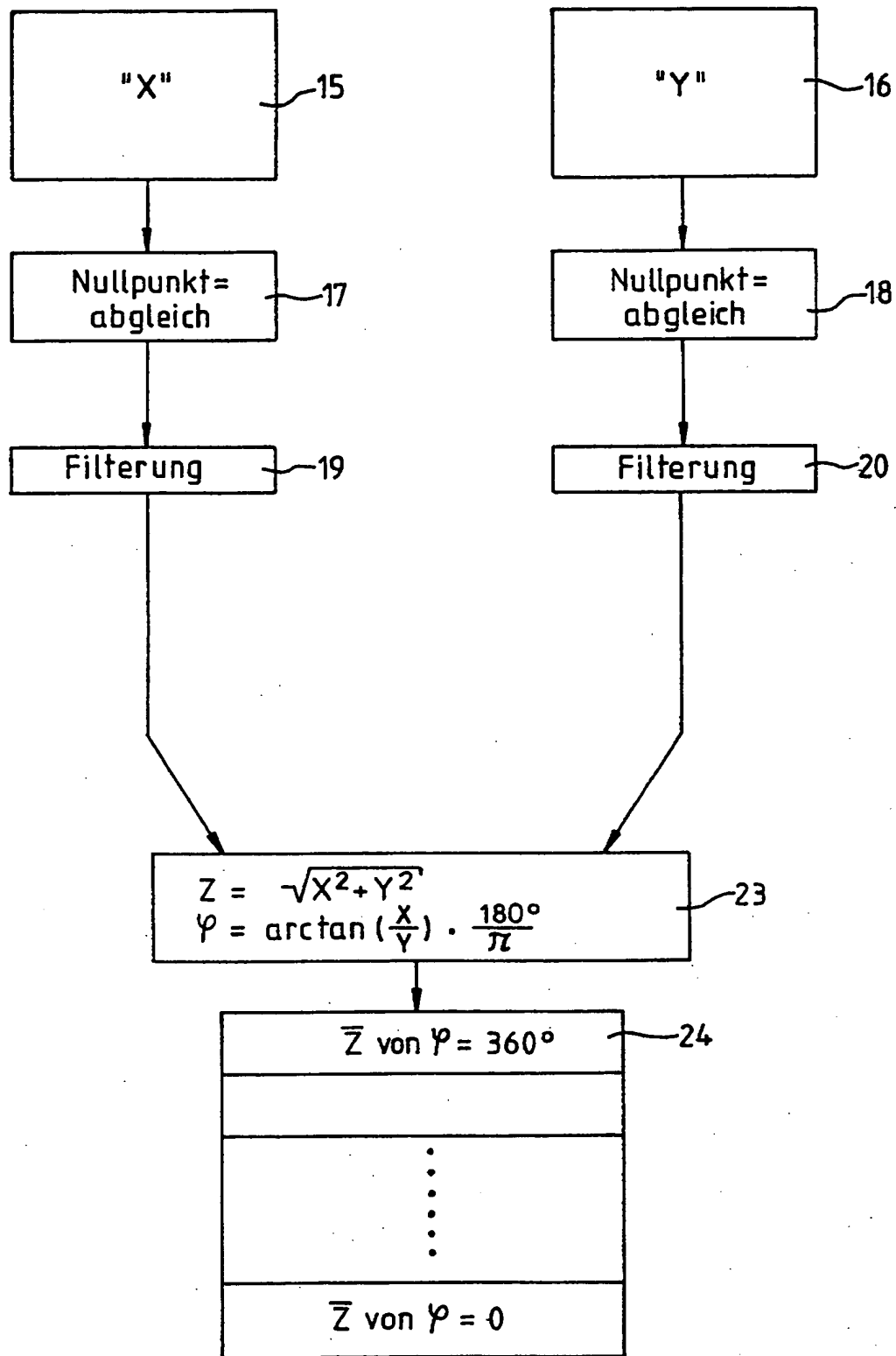


Fig. 2

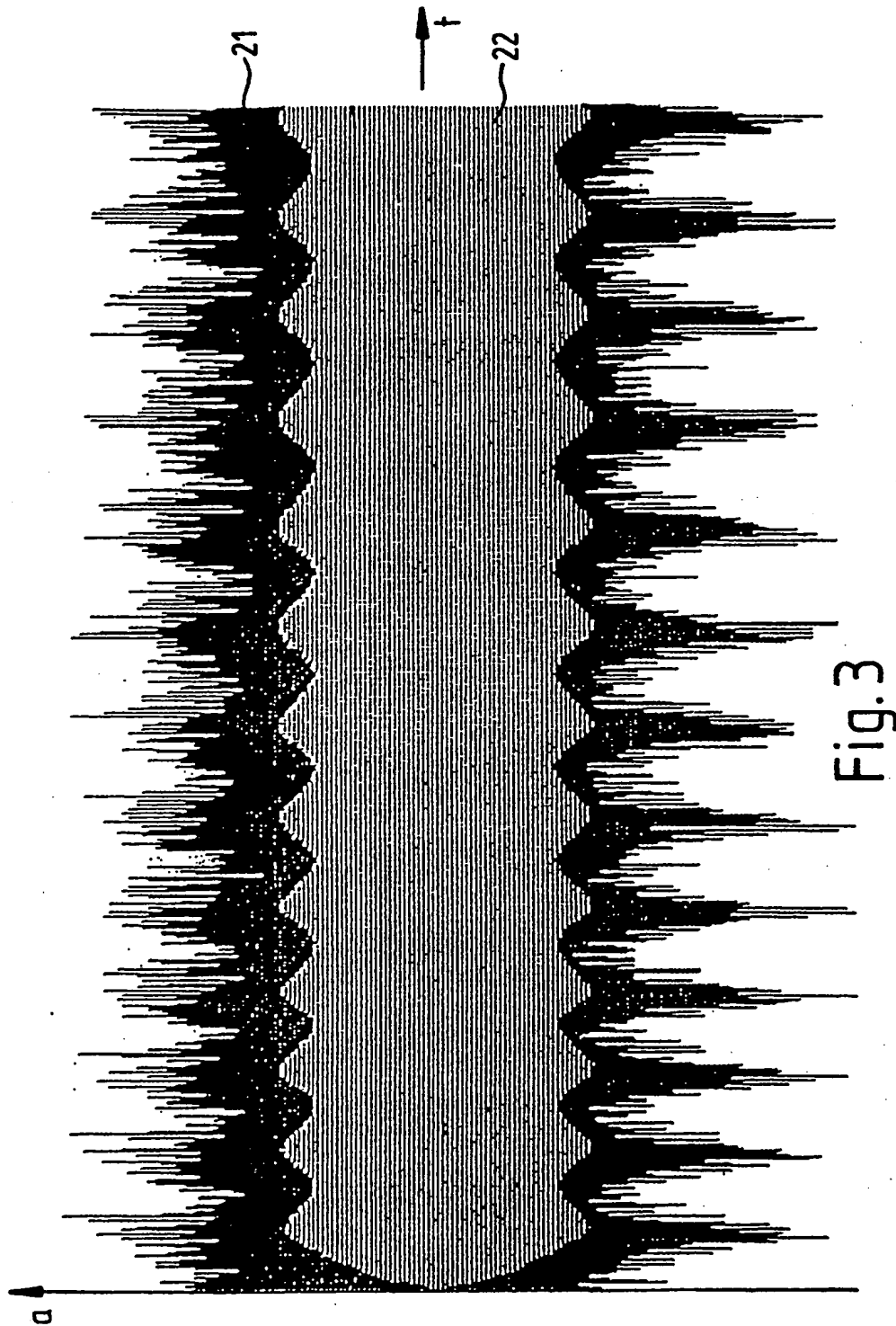


Fig. 3

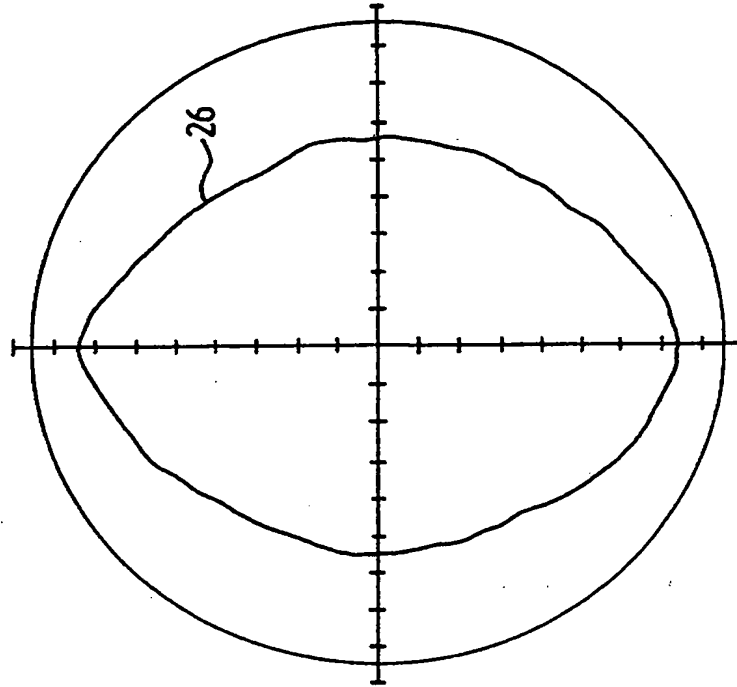


Fig. 5

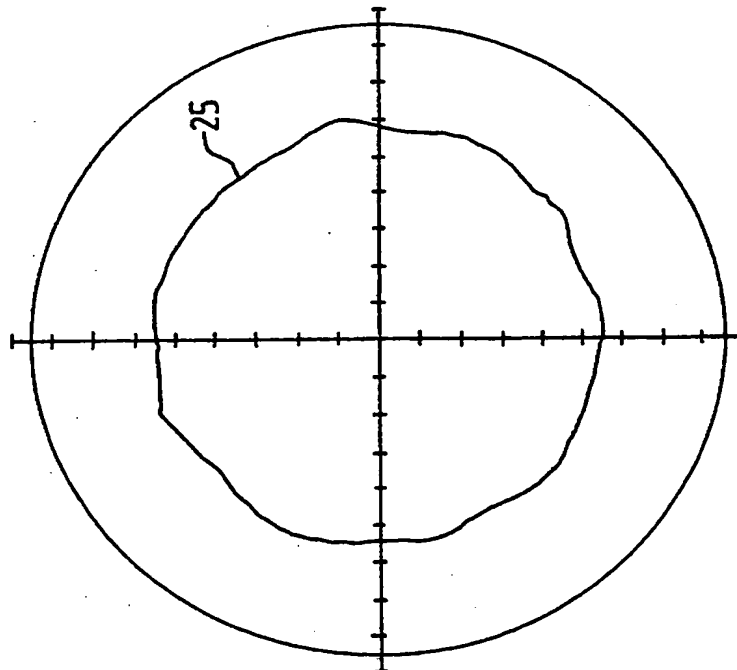


Fig. 4